

بررسی تولید امولسیون مضاعف برای افزایش پایداری کره کم چرب

یدا... ترکاشوند*^۱ و سید فضل ا... موسوی پور^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۰

تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱۰/۱۸

چکیده

علاقه به مواد غذایی کم کالری، تقاضای محصولات کم چرب را افزایش داده است. به همین دلیل در کشورهای زیادی، انواع کره کم چرب با استفاده از ترکیبات مختلف تولید می شود. استفاده از امولسیون های مضاعف نیز با هدف جایگزینی چربی با آب، در تهیه انواع گسترده های کم چرب توسعه یافته است. در این روش از شیر معمولی یا بازساخت به عنوان منبع فاز آبی و از کره معمولی نیز به عنوان منبع چربی نمونه ها استفاده شده است. در بررسی خصوصیات حسی نمونه ها (شامل قوام، بافت، چسبندگی و قابلیت گسترش) از روش امتیازی و برای بررسی پایداری (سینریزیس) از مقادیر کمی (رقمی) استفاده گردید. در این تحقیق از روش تجزیه ی واریانس، آزمون دانکن، آزمون t دو جامعه مستقل یک طرفه، آزمون t جفتی، و مدل آماری مناسب استفاده گردید. می توان با استفاده از خامه ی ۳۰٪ چربی (حاوی حداقل ۲۰٪ ماده خشک بدون چربی) و امولسیفیه کردن آن در چربی شیر مذاب، کره کم چربی با بافت و قوام مطلوب به دست آورد. به طوری که در صورت استفاده از فاز آبی با بیش از ۱۷/۵٪ ماده خشک، نتایج به شکل معنی داری بهتر می شود.

کلمات کلیدی: امولسیون مضاعف، کره کم چرب، پایداری

۱- عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات کشاورزی

۲- کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور

*عهده دار مکاتبات (yadollahtorkashvand@yahoo.com)

تولید کره‌ی کم‌چرب، با مشکلات زیادی همراه است. چون نیاز به امولسیفیکاسیون روغن با حدود ۵۰٪ آب، یعنی بیش از دو برابر آب موجود در کره‌ی معمولی است (۲). کمبود چربی در جریان جنگ جهانی دوم باعث افزایش تمایل به مصرف گسترده‌ی های کم‌چرب در امریکا شد و در سال‌های دهه‌ی ۵۰ و ۶۰ توسعه یافت. هر چند در این سال‌ها به دلیل ماندگاری کوتاه ۱۴-۱۰ روزه (در مقایسه با ماندگاری ۴ ماهه‌ی کره)، بافت اسفنجی، فقدان خصوصیات ذوب و عدم تحمل شرایط انجماد، تولید آن با محدودیت‌ها و مشکلاتی مواجه بود و با اینکه قطر ذرات فاز آبی به کم‌تر از ۱۰ میکرون نیز می‌رسید، زمان نگه‌داری این محصول بیش‌تر از ۴ هفته نبود (۵). اولین کره‌ی ۵۰٪ چربی در اواسط دهه‌ی ۸۰ به وسیله‌ی کمپانی Lipton در امریکا تولید ولی تولید آن متوقف شد. چون محصولات حاوی مواد پایدار کننده اجازه‌ی استفاده از نام کره را نداشتند. در اواخر دهه‌ی ۸۰ کمپانی Ault Inc. نیز کره‌ی کم‌چربی حاوی ۳۹٪ چربی با نام Pure و Light تولید نمود که در آن از هیچ ماده‌ی افزودنی غیر معمول استفاده نشده بود. این محصول دارای نقطه‌ی ضعف‌های شدیدی مانند ماندگاری کوتاه، تراوش رطوبت و فقدان طعم کره‌ای بود (۳).

رایج‌ترین تکنولوژی تولید امولسیون ساده‌ی کره‌ی کم‌چرب، شبیه تولید صنعتی مارگارین معمولی است. در این روش، مقادیر مورد نیاز چربی و افزودنی‌های محلول در چربی، محاسبه و به مخزن تهیه‌ی امولسیون اضافه می‌شود. در مخزن جداگانه‌ای، مواد جامد شیر به آب اضافه می‌شود و پس از اختلاط با آن و افزودن مواد افزودنی محلول در آب به آن، پاستوریزه و سپس به مخزن امولسیون منتقل می‌شود تا با چربی، مخلوط و سپس امولسیفیه شود. امولسیون آماده بایستی بلافاصله، سرد و متبلور شود. برای تولید محصولی پایدار، بایستی ویسکوزیته‌ی فاز آبی گسترده‌ی های کم‌چرب به یک حد بحرانی کامل برسد. امولسیفایر، مواد پایدار کننده‌ی فاز آبی و تجهیزات تولید امولسیون بر پایداری محصول اثر تعیین کننده‌ای دارند. علاوه بر اینها تلاش‌هایی نیز در زمینه‌ی ایجاد امولسیون مضاعف در انواع گسترده‌ی ها شده است. بخصوص در سالیان اخیر استفاده از امولسیون‌های مضاعف در تهیه‌ی گسترده‌ی های کم‌چرب توسعه یافته است. این امولسیون‌ها عمدتاً از نوع O/W/O هستند که در فاز چربی با هم متفاوتند. از سوکروز فتی اسید استرها با $HLB=10-17$ برای افزایش پایداری این نوع گسترده‌ی های کم‌چرب (با نسبت وزنی مساوی از آب و چربی) استفاده می‌شود (۱۰). گفته می‌شود که استفاده از لسیتین همراه با سوکروز فتی اسید استرها و پلی هیدریک الکل فتی استرها، یک امولسیون O/W/O تولید می‌کند که قطر ذرات چربی آن، ۱-۰/۵ میکرون است. برای افزایش پایداری امولسیون مضاعف بهتر است از استر ساکارز اسیدهای چرب استفاده شود (۱۱). در تهیه‌ی محصولاتی که از افزودنی‌های کمی در تهیه‌ی آنها استفاده شده است، خامه را در یک امولسیون چربی در آب وارد می‌کنند تا امولسیون آن معکوس شود. در این صورت، نیازی به استفاده از امولسیفایر نیست

(۱). برای معکوس شدن امولسیون O/W، فاز پیوسته‌ی چربی را می‌توان در ابتدا به شکل قطرات بزرگ روغن به خامه اضافه نمود (۸). از خامه‌ای که تغییر فاز داده به عنوان پایه‌ی یک گسترده‌ی با خصوصیات آزاد سازی خوب طعم می‌توان استفاده نمود. اگر سطوح واحدهای فرایند، آب گریز^۱ باشد، به تغییر فاز خامه‌ی لبنی به یک گسترده‌ی با فاز پیوسته‌ی چربی که نیازی به مواد افزودنی ندارد کمک می‌نماید (۷).

یکی از روش‌های حائز اهمیت برای افزایش ویسکوزیته فاز آبی امولسیون مضاعف، انجماد عمیق خامه در دمای 10°C - به مدت ۲۴-۳۶ ساعت قبل از استفاده از آن است (۶). در روش دیگری کره‌ی معمولی را می‌توان با یک کنساتره‌ی پروتئینی لاکتیک گرم مخلوط نمود تا دمای آن به $15-25^{\circ}\text{C}$ برسد و پس از آن نیز با فاز آبی حاوی پروتئین شیر مخلوط نمود (۹). مخلوط دوغ کره و لخته‌ی لاکتیک را نیز می‌توان به عنوان فاز آبی (TS=20-25)، ابتدا از آسیاب کلوئیدال عبور داد و سپس با خامه‌ی پرچرب، چرخ نمود. محصول، ۵۰٪ چربی و ۴۳٪ آب دارد و طعم آن شبیه کره است. اسیدیته‌ی لخته‌ی دوغ کره لازم است به 85°T رسیده باشد و پس از پخت، آسیاب شود (۴).

مواد و روش‌ها

- مواد اولیه: از مواد اولیه‌ی اصلی و افزودنی به شرح ذیل در این تحقیق استفاده شده است:

شیر خشک بدون چربی، تولید کارخانه‌ی لبنیات پاستوریزه‌ی پاک (رطوبت: ۵٪، چربی: ۰/۰۱٪)

گلیسرول منو استنارات (GMS, Dimodan) ساخت شرکت Danisco

کره‌ی کم‌چرب ۴۲٪ چربی، ساخت کارخانه‌ی کره‌ی نباتی شونیز خرمشهر، بسته بندی شده در کارخانه‌ی

لبنیات پاستوریزه‌ی پاک

کره‌ی پرچرب لاکتیک ۸۲٪ چربی نیوزیلند، بسته بندی شده در کارخانه‌ی لبنیات پاستوریزه‌ی پاک

- دستگاه‌ها: از وسایل و تجهیزات ذیل نیز برای تهیه‌ی امولسیون مضاعف و جامدسازی آن استفاده شده است:

هموژنایزر و آسیاب کلوئیدال Heidolph مدل Diast 900

همزن دور متغیر تیغه‌ای rpm 100-2500

بستنی ساز خانگی Delonghi

تهیه‌ی خامه‌ی بازساخت: برای تولید امولسیون مضاعف، نیاز به خامه‌ی بازساخت ۳۰٪ چربی می‌باشد که از امولسیفیکاسیون چربی شیر در شیر بازساخت (معمولی تا غلیظ) به دست می‌آید. پس از آن، خامه که خود امولسیون چربی در آب می‌باشد، در باقی مانده‌ی چربی شیر امولسیفیه می‌شود تا امولسیون مضاعف O/W/O به دست آید.

تهیه‌ی فاز چربی: از کره‌ی معمولی به عنوان منبع چربی نمونه‌ها استفاده می‌شود. در مواردی که فاز آبی شامل

بررسی تولید امولسیون مضاعف برای افزایش پایداری کره‌ی کم‌چرب

شیر است، با احتساب جزء غیر چربی کره، از آن به عنوان بخشی از فاز آبی نمونه در فرمولاسیون مخلوط نمونه‌ها استفاده می‌شود. در سایر موارد لازم است که با ذوب کره، دوغ و روغن کره^۱ از هم جدا شوند. از روغن کره نیز به عنوان فاز چربی استفاده می‌شود. برای جداسازی روغن کره در تهیه‌ی نمونه‌های با حجم کم، از پیپت و در صورت نیاز به مقادیر بیشتر از دکانتور استفاده می‌شود. مواد افزودنی محلول در چربی (مانند امولسیفایر)، پس از ذوب مقدار کمی روغن، به آن اضافه می‌شود. چون ذوب آن در دمای 65°C - 60°C است و گرم کردن تمام چربی تا این دما، علاوه بر افت کیفیت چربی، هزینه‌هایی را نیز برای گرم کردن حجم زیادی از روغن و سپس سرد کردن مجدد آن تا حدود 40°C ، تحمیل می‌نماید.

اختلاط مواد: اغلب برای امولسیفیکاسیون مناسب با هموژنایزر، اختلاط اولیه کار را راحت تر می‌نماید. به این منظور از یک هم زن تیغه‌ای دور بالا با دور 2500 بار در دقیقه استفاده می‌شود.

تهیه‌ی امولسیون: مخلوط مرحله‌ی قبل بایستی بلافاصله با دمای حدود 5°C بالاتر از نقطه‌ی ذوب چربی، هموژن شود. این مرحله از کار به وسیله‌ی نوعی هموژنایزر توربینی انجام می‌شود.

جامد سازی امولسیون: برای این کار در بیشتر موارد از دستگاه بستنی ساز خانگی استفاده می‌شود. برای استفاده از این دستگاه، بایستی آن را قبلاً حداقل به مدت 12 ساعت در یخدان یخچال گذاشت تا مبرد آن (پروپیلن گلیکول) که در جدار بیرونی محفظه‌ی جامدسازی است، منجمد شود. امولسیون در اثر تماس با جداره‌ی داخلی این محفظه به سرعت حرارت خود را از دست می‌دهد و سفت می‌شود. دستگاه یک هم زن پلاستیکی دارد که محتویات آن را پس از سرد شدن، از روی سطح داخلی دستگاه جدا می‌نماید. مراحل مختلف تهیه‌ی نمونه‌ها در شکل ۱ تا ۴ نشان داده شده است.



شکل ۱- افزودن خامه به روغن کره



شکل ۲- مخلوط کردن اجزاء مولسیون



شکل ۳- امولسیفیکاسیون مخلوط اجزاء



شکل ۴- جامدسازی امولسیون

بررسی تولید امولسیون مضاعف برای افزایش پایداری کره‌ی کم‌چرب

بررسی خصوصیات حسی و رئولوژیک نمونه‌ها: مهمترین خصوصیات رئولوژیک کره‌ی کم‌چرب، قوام، قابلیت گسترش و بافت آن است. متغیرهای مورد مطالعه (خصوصیات نمونه‌ها) اگر چه اغلب کیفی هستند ولی چون از روش امتیازی^۱ برای گزارش نتایج استفاده می‌شود، تبدیل به متغیر کمی شده و بر حسب این امتیازات در جداول متن ارائه شده‌اند. برای تعیین اثر عوامل از روش تجزیه‌ی واریانس^۲ و برای انجام آزمون معنی‌داری تفاوت میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. در بررسی خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های کره‌ی کم‌چرب، به علت این که هدف از بررسی، عمدتاً مقایسه آن با کره‌ی مشابه تولید داخل می‌باشد، برای مقایسه با شاهد از روش آزمون t جفتی استفاده گردید.

نتایج

جدول ۱- خصوصیات کره‌ی معمولی (۵۸۲٪ چربی) و کره‌ی کم‌چرب (۴۲٪ چربی)

نمونه	نوع کره	سرعت جامد سازی (دقیقه)	بافت	قوام	سینتریز پس از جامد سازی
۱	معمولی	۱/۲۵	۲/۷۵	۳/۵۰	-
۲	کم چرب	۳/۴۰	۲/۷۵	۲/۲۵	+

قوام: شل (خامه‌ای سبک) ۱، ضعیف (خامه‌ای متوسط) ۲، متوسط (خامه‌ای سنگین) ۳، خوب (کره‌ای) ۴

بافت: خوب (کره‌ای) ۳، متوسط (کمی زبر) ۲، زبر ۱

جدول ۲- بررسی اثر هموژنیزاسیون بر سینتریز فاز آبی (شیر بازساخت بدون چربی)

روش همزدن مخلوط (تهیه امولسیون)	سینتریز فاز آبی (% حجمی)
همزن دور بالا	۳۲/۷۵±۲/۵۰
هموژنایزر توربینی	۱۲/۵۰±۲/۰۸

1- Ranking Method

2- Variance Analysis Method

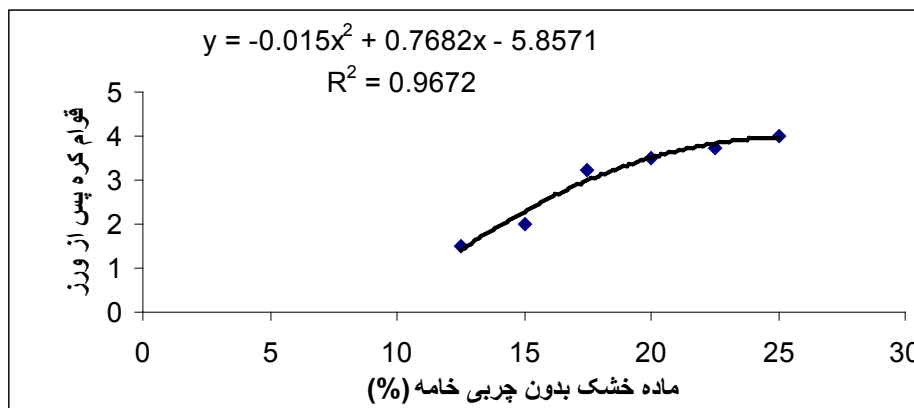
جدول ۳- اثر تولید امولسیون مضاعف (امولسیفیکاسیون*خامه در روغن)، بر خصوصیات محصول در مقایسه با نمونه‌ی شاهد

ساختمان	قوام (قابلیت بسته بندی)		بافت	ماده خشک شیر مورد استفاده برای تهیه خامه (% وزنی)	نمونه
	قبل از ورز	پس از ورز			
۲	a۴		۳		شاهد ۱
۲	c۲	b۱/۷۵	۲		شاهد ۲
	c۱/۵	b۱		۱۲/۵	۱
	c۲	b۱/۷۵		۱۵	۲
	b۳/۲۵	a۳	۲	۱۷/۵	۳
۲	ab۳/۵	a۳/۵	۲/۲۵	۲۰	۴
۱/۵	ab۳/۷۵	a۳/۵	۲/۲۵	۲۲/۵	۵
۱	a۴	a۳/۷۵	۲	۲۵	۶

*خامه: امولسیون روغن در شیر

بافت: خوب ۳، متوسط (کمی زبر) ۲، زبر ۱ قوام: شل ۱، ضعیف ۲، متوسط ۳، خوب ۴: اسفنجی ۱، فشرده ۲

a, b, ab: حروف مشابه و غیر مشابه، به ترتیب نشان دهنده‌ی عدم معنی‌داری و معنی‌داری تفاوت میانگین نتایج می‌باشد (بر اساس آزمون دانکن).



شکل ۳۱- نمایش افزایش قوام امولسیون کره (o/w/o) با افزایش ماده خشک بدون چربی (SNF) امولسیون خامه (o/w)

بررسی تولید امولسیون مضاعف برای افزایش پایداری کره‌ی کم‌چرب

جدول ۴- مقایسه‌ی چند نمونه کره‌ی کم‌چرب خوب با کره‌ی کم‌چرب تولید داخل (شاهد)

نمونه	چسبندگی	بافت	قوام	قابلیت گسترش	خصوصیات فاز آبی
شاهد	۴	۳	۴	۵	فاز آبی: شیر با ۹٪ ماده خشک
۱	۴	۲/۲۵	۳/۵	**۵	جدول ۳: امولسیفیکاسیون خامه (۳۰٪ چربی و ۲۰٪ SNF) در روغن کره
۲	۴	۱/۷۵-۲	**۳-۳/۷۵	*۴	فاز آبی، مارمالاد حاوی ۶۰-۳۰٪ قند هموزنیزه است
۳	۴	**۳	**۳/۷۵	*۴/۲	فاز آبی، شیر بدون چربی + ۲٪ ژلاتین است
۴	۳	**۳	*۳/۲۵	**۴/۶	فاز آبی، پنیر فرا پالایش با ۴۰٪ ماده خشک است.
۵	۳/۵	**۳	**۳/۷۵	*۴	فاز آبی، محلول کازئینات ۱۲/۷۵٪ ماده خشک است
۶	۳/۵	**۳	**۳/۷۵	**۴/۶	امولسیفیکاسیون خامه (۳۰٪ چربی و ۱۲/۵٪ پروتئینات) در روغن کره
۷	۴	**۳	**۳/۷۵	*۴/۴	فاز آبی، محلول پروتئینات ۱۰٪ ماده خشک هواده‌ی شده است
۸	۳/۵	**۳	**۳/۷۵	*۴/۴	فاز آبی، پروتئینات با ۷/۵٪ عسل (۳۵٪ ماده خشک کل) است

قوام: شل ۱، ضعیف ۲، متوسط ۳، خوب ۴، خلی خوب ۴، عالی ۵، خیلی خوب ۴، متوسط ۳، بد ۱

بافت: خوب (کره ای) ۳، متوسط (کمی زبر) ۲، زبر ۱ چسبندگی: زیاد ۱، متوسط ۲، کم ۳، بدون چسبندگی ۴

*: معنی‌داری در سطح ۵٪ ** : معنی‌داری در سطح ۱٪

بحث

ابتدا لازم است شرایط تبلور تری گلیسیریدهای چربی شیر در اثر بروود مرحله‌ی جامدسازی بررسی شود تا تفاوت بافت و قوام نمونه‌ها که بسیار متأثر از شرایط جامدسازی امولسیون است، در کلیه‌ی نمونه‌ها تحت شرایط یکسانی بروز کند. به طوری که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، افزایش سرعت سرد شدن چربی شیر تا بیش از ۳ دقیقه، بر تبلور چربی شیر و بافت آن اثر نا مطلوبی ندارد. این به دلیل خصوصیات طبیعی تری گلیسیریدهای آن است که به طور معمول نیز تمایل دارند به صورت بلورهای ریز β متبلور شوند. در حالی که تری گلیسیریدهای بیشتر روغن‌های نباتی در شرایط معمولی به شکل بلورهای β متبلور می‌شوند و برای نرم کردن بافت آنها (تبلور به شکل بلورهای β)، نیاز به سرد کردن روغن مذاب آنها با سرعت خیلی بیشتری می‌باشد.

در تهیه‌ی کره‌ی بازساخت معمولی که حاوی بیش از ۸۰٪ چربی است، خرد کردن و پخش ذرات شیر در داخل آن، که حداکثر ۲۵٪ فاز چربی است، به سهولت توسط هم‌زن‌های تیغه‌ای با سرعت گردش نسبتاً بالا نیز

امکان پذیر است. بررسی امکان انجام این کار در تهیهی کره‌ی کم‌چرب، که حجم شیر یا هر فاز آبی دیگر، برابر یا بیشتر از حجم چربی است، در جدول ۲ نشان داده شده است.

توجه به نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر هموژنیزاسیون بر امولسیفیکاسیون کامل مخلوط، نزدیک به ۳ برابر بیش از هم زن معمولی دور بالا است و تفاوت این دو بسیار معنی‌دار است. لذا در تهیهی امولسیون کره‌ی کم‌چرب که میزان فاز آبی به مراتب بیش از کره‌ی معمولی است، بایستی از هموژنایزر که قدرت و سرعت پخش مواد در آن بسیار بیشتر است استفاده شود.

در جدول ۳ خصوصیات نمونه‌ی آزمایشگاهی (شاهد ۲)، که به روش ساده از امولسیفیکاسیون شیر بدون چربی با روغن کره تهیه شده است، با نمونه‌ی تجاری (شاهد ۱) و نمونه‌های دیگری که در تهیهی آنها از امولسیون مضاعف استفاده شده است، مقایسه گردیده است. چنانچه در جدول ۳ مشاهده می‌شود، شاهد ۲ از نظر قوام که مهم‌ترین خصوصیت می‌باشد، با نمونه‌ی تجاری تفاوت بسیار معنی‌داری دارد. به همین دلیل از روش ساخت امولسیون مضاعف در تهیهی این محصول استفاده گردید. در این روش ابتدا خامه‌ی بازساخت از امولسیفیکاسیون روغن کره در شیر بازساخت (ماده خشک ۲۵-۱۲/۵٪) تهیه گردید و به نوبه‌ی خود در مابقی روغن کره امولسیفیه شد. بر اساس نتایج جدول ۳، تفاوت نتایج در صورت استفاده از نمونه‌های با ماده‌ی خشک بیش از ۱۷/۵٪، معنی‌دارتر می‌شود. همچنین اثر ورز بر قوام در سطح ۵٪، در نمونه‌ی ۱ تا ۳ معنی‌دار می‌باشد. همچنین، ورز دادن محصول، بسته به میزان ماده خشک، بر صاف و یکنواخت کردن ساختمان نیز اثر متفاوتی دارد. افزایش قوام با افزایش ماده خشک بدون چربی همبستگی مثبت دارد و روند آن در شکل ۸ نشان داده شده است. مجموعاً با استفاده از خامه‌ی ۳۰٪ چربی (حاوی حداقل ۲۰٪ ماده خشک بدون چربی) و امولسیفیه کردن آن در چربی شیر مذاب، بافت و قوام کره‌ای مطلوبی به دست می‌آید. از میان نمونه‌های بسیاری که در خلال بررسی‌های مشابه تهیه شد، بعضی دارای خصوصیات مورد قبول می‌باشند که به تعدادی از آنها در جدول ۴ جهت مقایسه اشاره شده است.

منابع

- 1- Balla, A., 1978. Method for manufacturing spreadable dairy product. German Democratic Republic patent, 131 714.
- 2- Gerstenberg, I., 1988. Increasing requirements concerning production of low-fat butter. Danish Dairy and food Ind. World wide, No(6): 49-52.
- 3 - Macnab, I., 1989. Ault achieves technological breakthrough with world,s first pure light butter. Modern Dairy, 68(3): 23-24.
- 4- Mongeau, J. , 1991. Process for manufacture low calorie butter and butter substitutes. U. S. Patent, 5 075 125.
- 5- Moran, D. P. J. and Rajah, K. K. , 1992. Fats in food products, 155-211.
- 6- Moran, D. P. J. , 1987. A process for producing a reduced fat spread. European patent, 986 64.
- 7- Moran, D. P. J. , 1986. A process and a apparatus for producing edible emulsions (particularly margarine or low-calorie spread). European patent, 76548.
- 8- Moran, D. P. J. , 1986. A process and a apparatus for producing edible emulsions (particularly margarine or low-calorie spread). European patent, 0101105.
- 9- Pitta, P. , 1995. Use of whey proteins as emulsifiers in light butter. Latte, 20(3): 263-266.
- 10- Terada, K. , 1973. Edible oil in water in oil emulsion. U. S. Patent, 391 7859.
- 11- Toma, R. , 1988. Sucrose Polyester: its metabolic role and possible future application. Food Technology, 42: 93-95.